

Undersøgelser af vinterrapsens (*Brassica napus* L.) tørstofproduktion og næringsstofoptagelse gennem vækstperioden

*Investigations on the seasonal changes of dry matter production and uptake of mineral elements in winterrape (*Brassica napus* L.)*

J. E. Razoux Schultz

Resume

I forsøg med vinterraps (*Brassica napus* L.) er det forsøgt at klarlægge vinterrapsens tørstofproduktion og næringsstofoptagelse under de på stedet herskende jordbundskemiske og klimatiske forhold.

Endvidere er der foretaget en undersøgelse af ændringen i de forskellige planteorganers næringsstofindhold gennem vækstperioden.

Den største tørstofproduktion samt næringsstofoptagelse hos vinterraps foregik under blomstring. Med en gennemsnitlig tørstofproduktion på 127 hkg blev der som gennemsnit af to forsøgsår pr. ha optaget: 242 kg kvælstof (N), 41 kg fosfor (P), 261 kg kalium (K), 206 kg calcium (Ca) og 22 kg magnesium (Mg).

Mellem spiring og blomstring er indholdet af de undersøgte næringsstoffer størst i blade og stængler. Under blomstring aftager næringsstofindholdet i de to nævnte organer for at gå over i det nye organ blomster og senere skulper og frø, som viser et stærkt stigende indhold, ledsaget af en stigning i indholdet for den totale afgrøde. Der synes således at foregå en translokation af næringsstoffer fra de vegetative planteorganer til vinterrapsens generative organer, og denne er størst ved blomstring. Koncentrationen af de undersøgte næringsstoffer i vinterrapsen er størst lige efter spiring om efteråret. Herefter viser koncentrationen i de forskellige planteorganer og den samlede plante en faldende tendens, som fortsætter til planternes modning.

INDHOLDSFORTEGNELSE

	Side
I. Indledning	00
II. Forsøgsplan og forsøgsbetingelser	00
a) Forsøgsplan
b) De klimatiske forhold under væksten samt afgrødens udvikling	00
III. Forsøgsresultater	00
a) Næringsstofoptagelse og tørstofproduktionens forløb	00
b) Den totale optagelse af næringsstoffer og produktion af tørstof i rapsplanterne	00
c) Den relative fordeling af næringsstofferne og tørstof i rapsplanternes forskellige organer	00
d) Næringsstofkoncentrationen og dens forløb under væksten	00
IV. Diskussion	00
V. Engelsk resume	16
VI. Litteraturliste	00

Indledning

Undersøgelser over tørstofproduktion og næringsstofoptagelse hos vinterraps (*Brassica napus var. oleifera*) er beskrevet i et arbejde af *Isidore Pierre* (1860), som gav en redegørelse for koncentration og indhold af næringsstoffer i planten som helhed og i de enkelte planteorganer.

Louise og *Picard* (1891) redegør i deres arbejde »Sur la culture du Colza« for optagelsen af næringsstoffer og disses fordeling i rapsplanternes rødder, stængel og blade. Rapsen blev dyrket på ugødet jord, som var genstand for jordbundsanalyser. *Brioux* (1923) gentog med henblik på rationel gødskning af vinterraps *Louise* og *Picard*s forsøg og undersøgte rapsens optagelse af og behov for næringsstoffer, herunder også svovl, under væksten på kalkholdig jord. Også *Brioux* delte før analysen planten op i forskellige organer, og i lighed med *Louise* og *Picard* supplerede han sine undersøgelser med jordbundsanalyser.

I årenes løb er der publiceret en række resultater af undersøgelser af vinterrapsens næringsstofoptagelse, og hvad angår konklusionen med hensyn til tidspunktet for optagelse af hovedparten af de undersøgte næringsstoffer synes disse undersøgelser at kunne deles i to grupper.

Den første gruppe, der hovedsagelig omfatter tyske undersøgelser, refererer til *Remy* (1909, 1925), der med sine undersøgelser kom til den konklusion, at vinterrapsen optog sit totale kvælstof- og magnesiumforbrug og 2/3 af sit totale forbrug af fosfor, kalium og calcium allerede om efteråret. Undersøgelser af *Wacker* (1934) og *Becker* (1937) støtter *Remy*s resultater, og de mener derfor at næringsstofferne og især kvælstof i form af kunst- og staldgødning bør udbringes om efteråret.

Ud fra resultaterne af en anden gruppe undersøgelser kan konkluderes, at vinterraps først optager hovedparten af sit totale kvælstofbehov om foråret, og at udbringning på dette tidspunkt har den største indflydelse på frøudbyttet. Disse undersøgelser er overvejende af nyere dato og hertil hører en del franske undersøgelser af *Radet* (1954), *Lefèvre* og *Lefèvre* (1957), polske af *Horodyski* (1962) og svenske undersøgelser af *Björklund* og *Wahlgreen* (1955) og *Andersson*,

Olered og *Olsson* (1959). Undersøgelser i både den første og anden gruppe strækker sig med undtagelse af de nyeste arbejder af *Andersson et al* og *Horodyski*, kun over en enkelt vækstperiode.

Da der således synes at være nogen forskel på næringsstofoptagelsesforløbet hos vinterrapsen under de forskellige lokaliteter, er det fundet betimeligt at undersøge, hvorledes vinterrapsen udvikler sig under danske markforhold, for herved at kunne forklare tidligere gødningsforsøg og underbygge fremtidige.

I. Forsøgsplan og forsøgsbetingelser:

a. Forsøgsplan

I nærværende undersøgelse er der på Statens Forsøgsstation, Aarslev gennemført et forsøg (I) i vækstperioden 1967-68 og et forsøg (II) i vækstperioden 1968-69.

Begge forsøg er gennemført som rækkeforsøg med 11 forsøgsled à 3 fællesparceller, ialt 33 parceller à 1 m² og overalt med 1 m værn. Forsøgsplanen består i successiv udtagning af planteprøver til analyse, den første prøve er udtaget omkring vækstens afslutning om efteråret, den sidste ved rapsens modning næste sommer eller efter følgende plan:

<i>Forsøg I (1967-68)</i>	<i>Forsøg II (1968-69)</i>
9. okt.	4. nov.
10. april beg. vækst	10. april beg. vækst
17. —	17. —
2. maj beg. blomstr. (1/5)	8. maj
8. —	15. —
15. —	22. — begyndende blomstr. (24/5)
29. —	29. —
12. juni afsl. blomstr. (9/6)	12. juni
26. —	26. — afsluttet blomstr. (17/6)
17. juli modning (20/7)	17. juli modning (28/7)
31. —	31. —

Forsøgsarealet var ensartet let lermuld og resultatet af jordbundsanalyser viste: Rt = 6,6, Ft = 7,4, Kt = 15,8 og et humusindhold på 2,4 pct.

Tabel 1. De klimatiske forhold i forsøgsperioden 1967-68 og 1968-69

Periode	Temperatur			Nedbør			Frostdage	
	1967-68	1968-69	normal 1907-45	1967-68	1968-69	normal 1907-45	1967-68	1968-69
September-oktober-november .	9,7	9,7	8,3	266	271	182	2	4
December-januar-februar	0,1	-1,1	0,6	221	129	134	61	74
Marts-april-maj	7,8	5,4	6,2	166	146	115	20	40
Juni-juli-august	16,3	17,3	15,4	146	106	180	—	—

Forfrugten var i begge forsøg tulipaner. I forsøg I blev der tilført en efterårsgødning med 16 kg fosfor og 84 kg kalium pr. ha, medens gødningsmængderne i forsøg II androg 35 kg fosfor og 91 kg kalium pr. ha. Som forårsgødning blev i begge forsøg tilført 186 kg N pr. ha.

Vinterraps af stamme Svaløf Victor blev i begge forsøg udsået den 15. august. Plantebestanden var i forsøg I i gennemsnit af alle parceller 47 planter pr. m², og i forsøg II 48 planter pr. m² eller svarende i gennemsnit til 475.000 planter pr. ha.

Ved hver prøveudtagning blev der foretaget opgravning af samtlige planter i tre efter lodtrækning udvalgte parceller. Der blev draget omsorg for at begrænse tabet af rodmassen til det mindst mulige.

Efter fjernelse af sten og jord fra rødderne blev hver plante opdelt i følgende organer:

- Rod, omfattende de underjordiske plantedele.
- Stængel.
- Blomster, skulper og frø.
- Grønne blade.
- Gule blade og visne blade, som omhyggeligt blev samlet op fra jorden ved hver optagning. Denne fraktion er i tabel 5 omtalt som restorgan.

Tørstoffet i de forskellige planteorganer blev bestemt ved tørring ved 80°C i 12 timer. Efter yderligere tørring af materialet til konstant vægt ved 105°C i 16 timer blev der i tørstoffet bestemt N ved mikro-Kjeldahl, K flammefotometrisk, Ca og Mg ved atomabsorption og P ved vanadatmolybdatmetoden. Analyserne blev altid lavet som dobbeltanalyser.

Ud fra de opnåede tørstofværdier og koncen-

trationen af de undersøgte næringsstoffer har det været muligt at beregne mængden af hvert enkelt planteorgans indhold af næringsstof, samt de af den samlede afgrøde optagne mængder næringsstoffer pr. ha og den gennemsnitlige koncentration af hvert næringsstof i hele planten.

b. De klimatiske forhold under væksten samt afgrødens udvikling

De klimatiske forhold under væksten fremgår af tabel 1. Forårsperioden marts og april i forsøg II viste et større antal frostdage (40) end i forsøg I (20).

Temperaturen var i perioderne september-november og marts-august over normalen, medens perioden december-februar i begge år var under normalen. Nedbør i perioden september-maj var over normalen, medens perioden juni-august viste et nedbørsunderskud, som især har gjort sig gældende under blomstring i forsøg II.

Datoer for afgrødens forskellige udviklingstrin vises i tabel 2.

Tabel 2. Afgrødens udviklingstrin

Forsøgs- periode	Så- dato	Frem- spirings- dato	Plante- antal m ²	Blomst- ring	Af- blomst- ring	Mod- ning
1967-68	15/8	21/8	47	2/5	12/6	20/7
1968-69	15/8	26/8	48	22/5	26/6	28/7

I begge forsøg spirede rapsen godt, og udviklingen om efteråret var tilfredsstillende. Overvintringen i forsøg II var præget af stærk og langvarig frost ledsaget af stærk blæst. Udviklingen om foråret samt tilvæksten i sommerens løb var for begge forsøg normal. I forsøg I var der i den første halvdel af blomstringen et stærkt

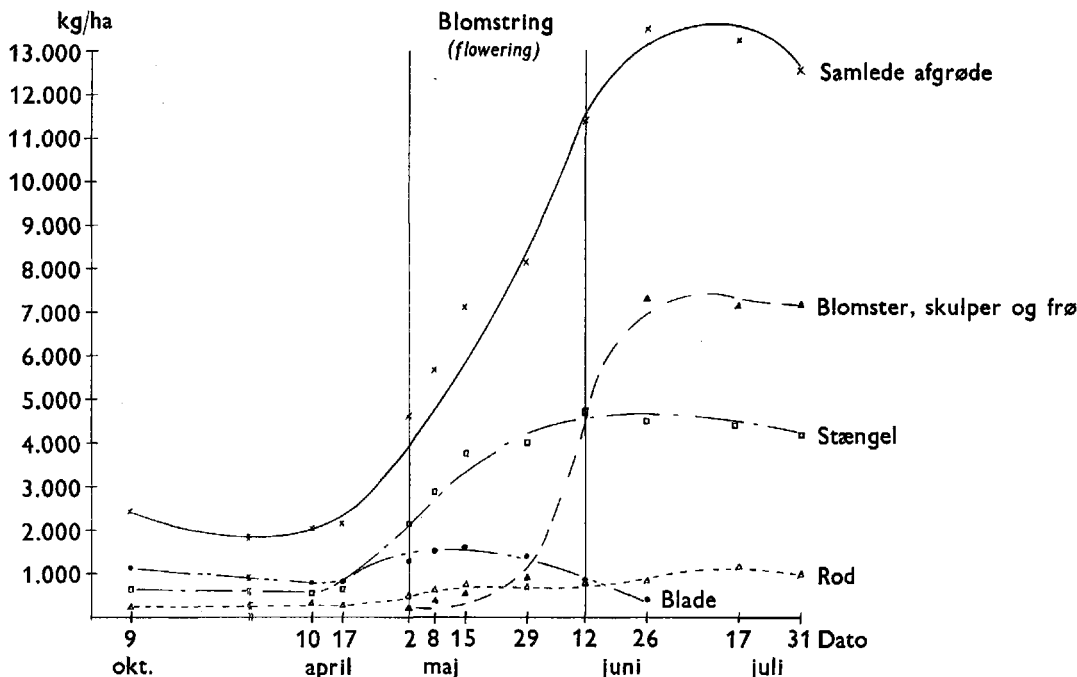


Fig. 1. Tørstofudbytte i hele planten og i de enkelte planteorganer. Forsøg I.
(*Dry matter production in the whole plant and the single plant parts. Experiment I*).

og hyppigt angreb af skadedyr, og skade forårsaget af skulpegalmyggen (*Dasyneura brassica*) var betydelig. På grund af et nedbørsunderskud er blomstringen i forsøg II forkortet med ca. 2 uger i sammenligning med forsøg I. I begge forsøgsperioder var der ved høsten nogen skade af fugle.

Forsøgsresultater:

Af indledningen fremgår, at der mellem to udenlandske forskergrupper er uoverensstemmelse m.h.t. tidspunktet for næringsoptagelse og stofproduktion hos vinterraps. Den ene gruppe repræsenteret af Remy (1909) fandt, at næsten alt kvælstoffet og magnesium og ca. to trediedele af de øvrige nævnte næringsstoffer blev optaget allerede om efteråret, medens den anden gruppe, repræsenteret af Radet (1954) fandt, at den største optagelse sker under strækningsvæksten og blomstringen næste forår.

Da det af hensyn til rationel og rettidig gødsk-

ning er vigtigt at vide, hvorledes næringsoptagelsen forløber under danske forhold, blev nærværende undersøgelse iværksat.

Ved fremlæggelse af forsøgsresultaterne skal det nævnte spørgsmål først søges besvaret, men derudover giver undersøgelse, der, som beskrevet under forsøgsplanen, er foretaget lige til modning og høst, anledning til at fremdrage andre forhold vedrørende næringsoptagelse og stofproduktion.

a. Næringsstofoptageisens- og tørstofproduktionens forløb
De absolut optagne mængder af næringsstofferne N, P, K, Ca og Mg, anført i kg pr. ha, fremgår af figurerne 3-12, medens produktionen af tørstof fremgår af figurerne 1-2.

Betragtes kurverne for optagelse af kvælstof (fig. 3-4), er der som indledning til undersøgelserne foretaget kvælstofbestemmelse på et tidspunkt om efteråret, hvor væksten skønnedes nogenlunde afsluttet. Det var i de to forsøg hen-

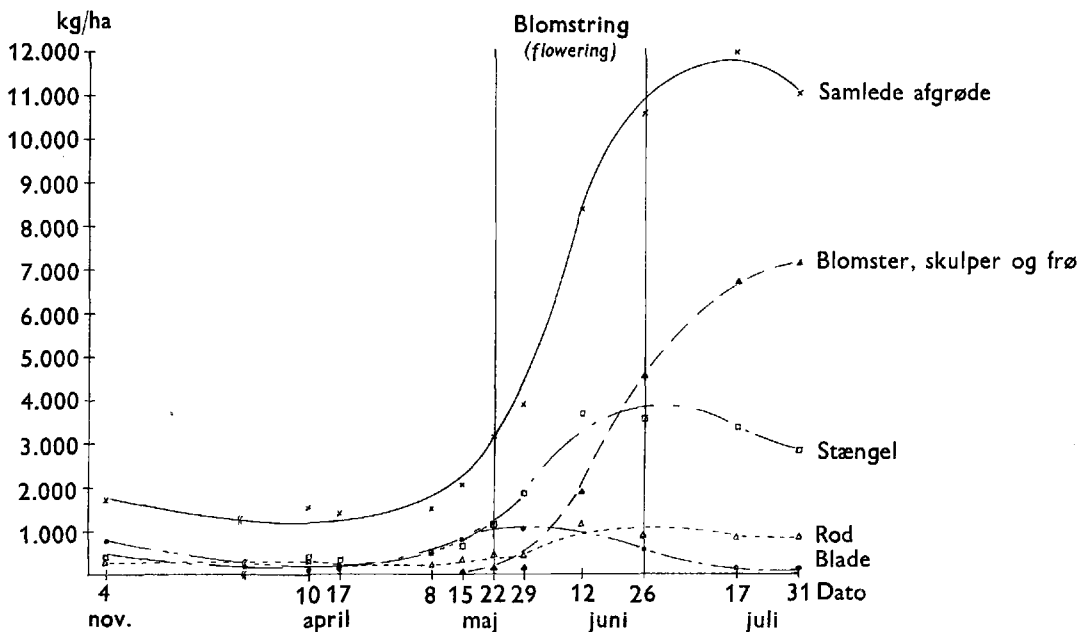


Fig. 2. Tørstofudbytte i hele planten og i de enkelte planterorganer. Forsøg II.
(Dry matter production in the whole plant and the single plant parts. Experiment II).

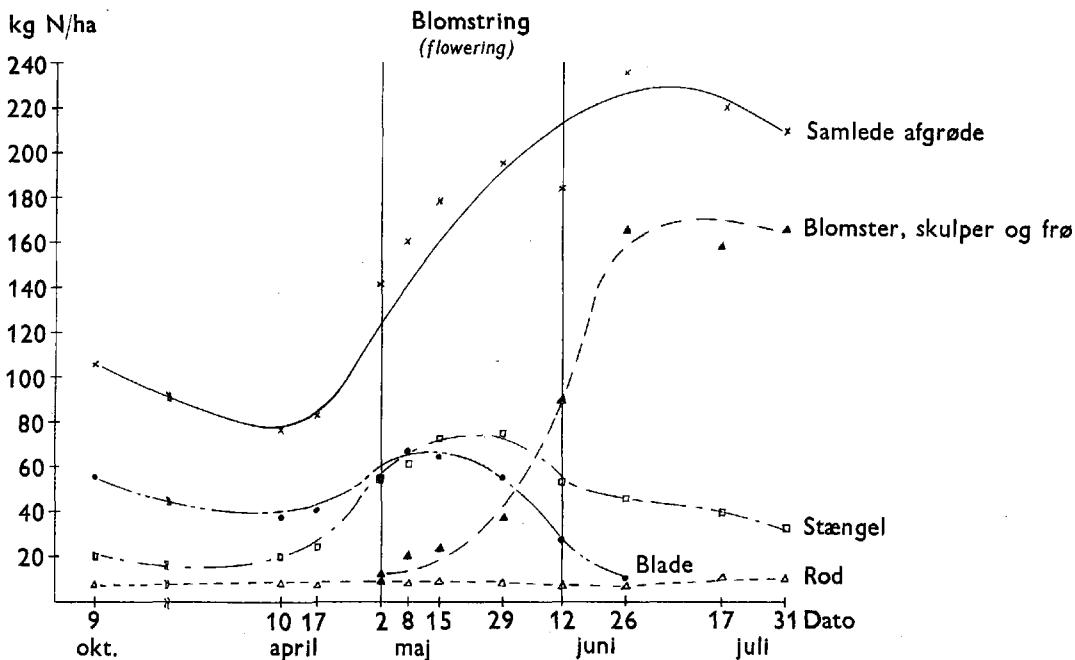


Fig. 3. De absolut optagne mængder kvælstof (N) i hele planten og i de enkelte planteorganer. Forsøg I.
(Uptake of nitrogen (N) in the whole plant and the single plant parts. Experiment I).

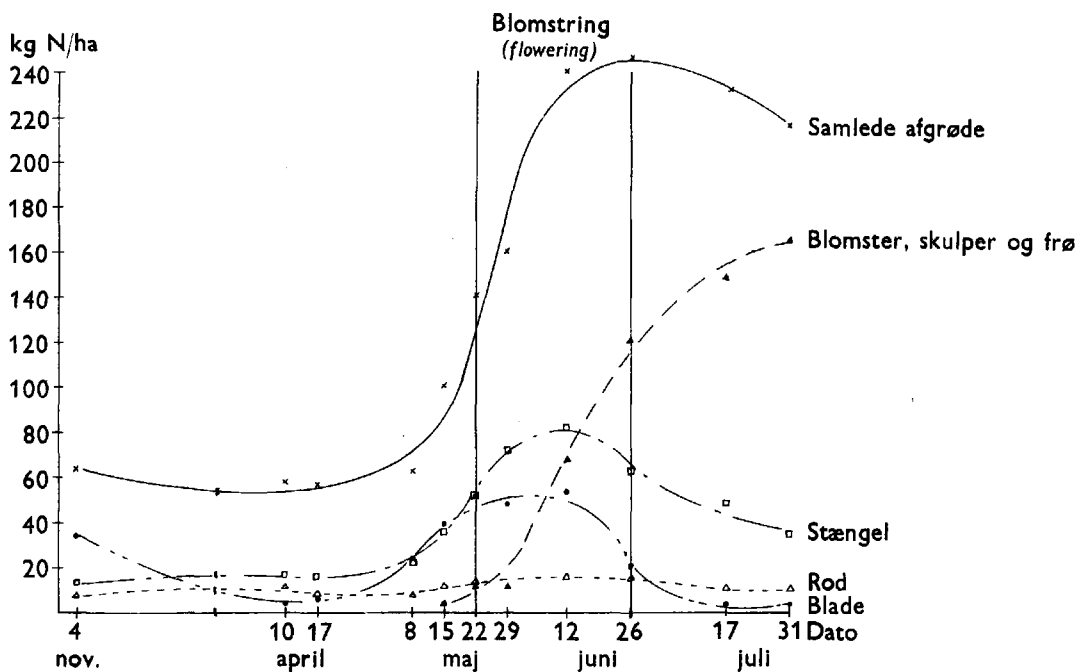


Fig. 4. De absolut optagne mængder kvælstof (N) i hele planten og i de enkelte planteorganer. Forsøg II. (Uptake of nitrogen (N) in the whole plant and the single plant parts. Experiment II).

holdsvis den 9. oktober og den 4. november. De da optagne mængder i den samlede afgrøde på henholdsvis 105 og 64 kg N pr. ha udgør 45 respektive 26 pct. af den senere i vækstperioden maksimalt optagne kvælstofmængde.

Der har altså været en væsentlig forskel i N-optagelsen i de to forsøg, et forhold, der nok hænger sammen med, at der uagtet samme såtid (i begge forsøg den 15. august) var en væsentlig forskel i fremspiringen, der i forsøg I var 5 dage tidligere end i forsøg II (tabel 2). Vejrforholdene, som de fremgår af tabel 1, giver ingen forklaring på denne forskel, ligesom de heller ikke giver forklaring på, at rapsen i forsøg I synes at have haft en tidligere og stærkere vækst om efteråret end i forsøg II.

Det er en ikke ubetydelig mængde N, der er optaget allerede om efteråret, i gennemsnit af de to forsøg ca. 85 kg pr. ha eller godt en trediedel af afgrødens totale optagelse af dette næringsstof. Betydningen heraf, bl.a. i relation til de før

nævnte uoverensstemmelser i udenlandske undersøgelser, diskuteres senere.

For de øvrige næringsstoffer, hvis optagelse fremgår af figurerne 4-12, er der i tabel 3 givet en oversigt, som viser, at der ved vækstafslutningen om efteråret er optaget følgende mængder i den samlede afgrøde, samt procentdelen af den totale optagelse før vækstens afslutning (gennemsnit af to forsøg).

Kvælstof (N).....	85 kg pr. ha (35 pct.)
Fosfor (P).....	10 » » » (25 »)
Kalium (K).....	90 » » » (34 »)
Calcium (Ca).....	41 » » » (20 »)
Magnesium (Mg).....	4 » » » (19 »)

Også for P, K, Ca og Mg er der tale om en betydelig optagelse allerede om efteråret, størst for kalium, der både absolut og procentisk ligger på højde med kvælstofoptagelsen.

Næste trin i analysen er foretaget i det tidlige

Tabel 3. Oversigt over hovedtræk i optagelsen af næringsstoffer og produktion af tørstof i raps, gennemsnit af to forsøg

Tidspunktet under væksten	kg pr. ha i den samlede afgrøde					
	N	P	K	Ca	Mg	Tørstof
Efterår	85	10	90	41	4	2.080
Tidligt forår	70	9	56	33	3	1.799
Beg. blomstring	142	16	142	69	7	3.891
Afsluttet blomstring	215	33	242	167	17	10.967
Maksimum før høst.....	242	41	261	206	22	12.717

Tidspunktet under væksten	Procent af den samlede afgrøde					
	N	P	K	Ca	Mg	Tørstof
Efterår	35	25	34	20	19	16
Tidligt forår	29	21	21	16	13	14
Beg. blomstring	59	39	54	34	31	31
Afsluttet blomstring	89	81	93	81	77	86
Maksimum før høst.....	100	100	100	100	100	100

forår på overgangen mellem overstået overvintring og begyndende strækningsvækst. Den 17. april er benyttet som skæringsdato i begge forsøg. Det fremgår både af figurerne og af oversigten i tabel 3, at der i den samlede afgrøde i løbet af vinteren har fundet en nedgang sted i indholdet af alle næringsstoffer og af tørstoffet,

formentlig at forstå således, at der i løbet af vinteren er sket et bortfald af blade og rødder som følge af frostskaade, men vel også som følge af en naturlig afgroning og visning af de ældste blade. Det sidste fremgår bl.a. af tabel 5, hvor visne og afkastede blade indgår som »rest«, der som tørstof beløber sig til 20 pct. af den samlede afgrøde

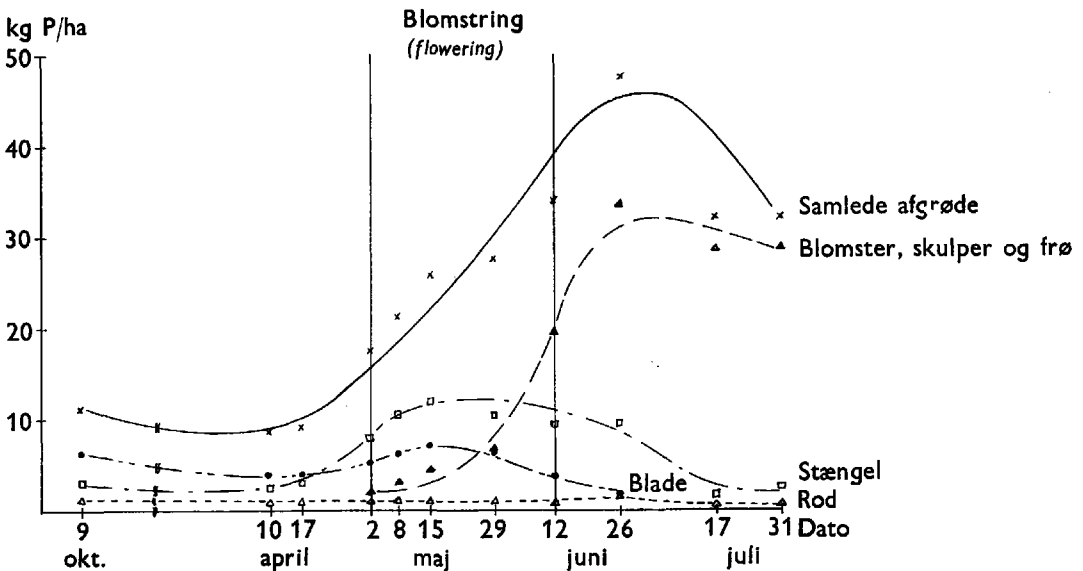


Fig. 5. De absolut optagne mængder fosfor (P) i hele planten og i de enkelte planteorganer. Forsøg I. (Uptake of phosphorus (P) in the whole plant and the single plant parts. Experiment I).

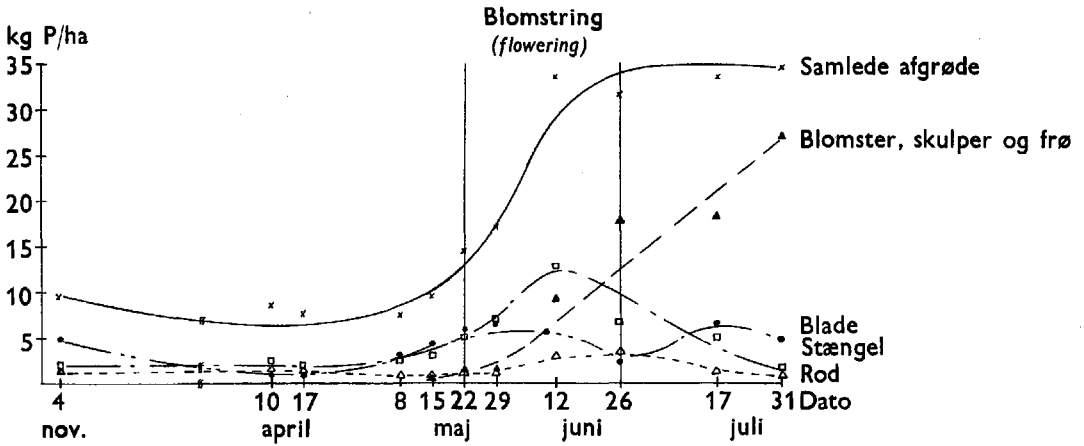


Fig. 6. De absolut optagne mængder fosfor (P) i hele planten og i de enkelte planteorganer. Forsøg II.
(Uptake of phosphorus (P) in the whole plant and the single plant parts. Experiment II).

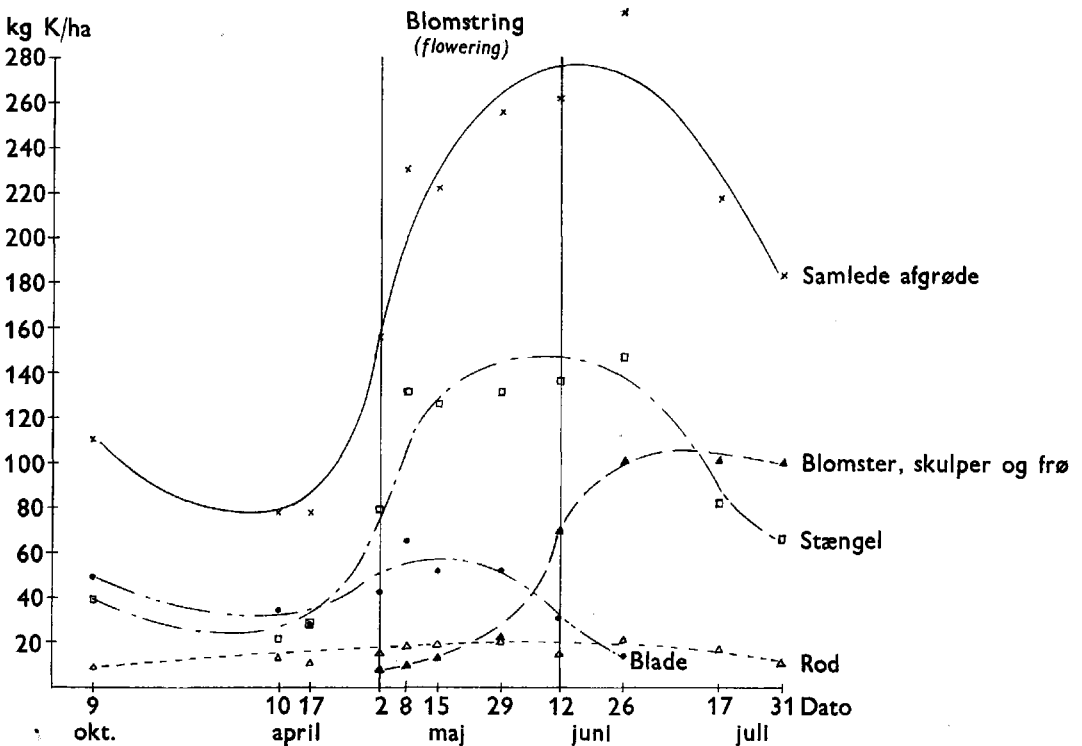


Fig. 7. De absolut optagne mængder kalium (K) i hele planten og i de enkelte planteorganer. Forsøg I.
(Uptake of potassium (K) in the whole plant and the single plant parts. Experiment I).

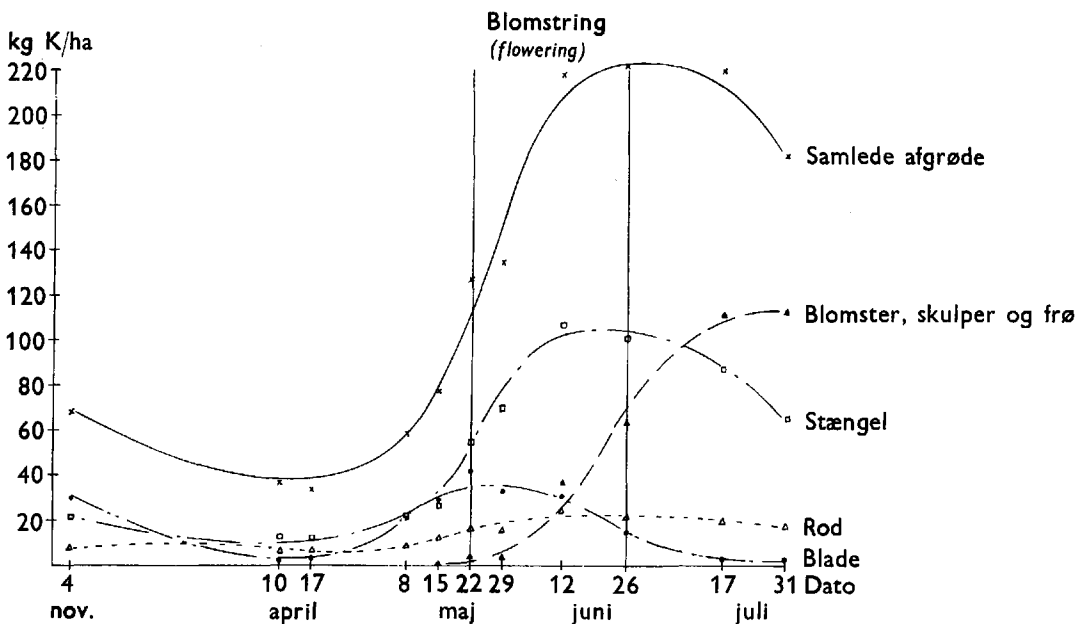


Fig. 8. De absolut optagne mængder kalium (K) i hele planten og i de enkelte planteorganer. Forsøg II. (Uptake of potassium (K) in the whole plant and the single plant parts. Experiment II).

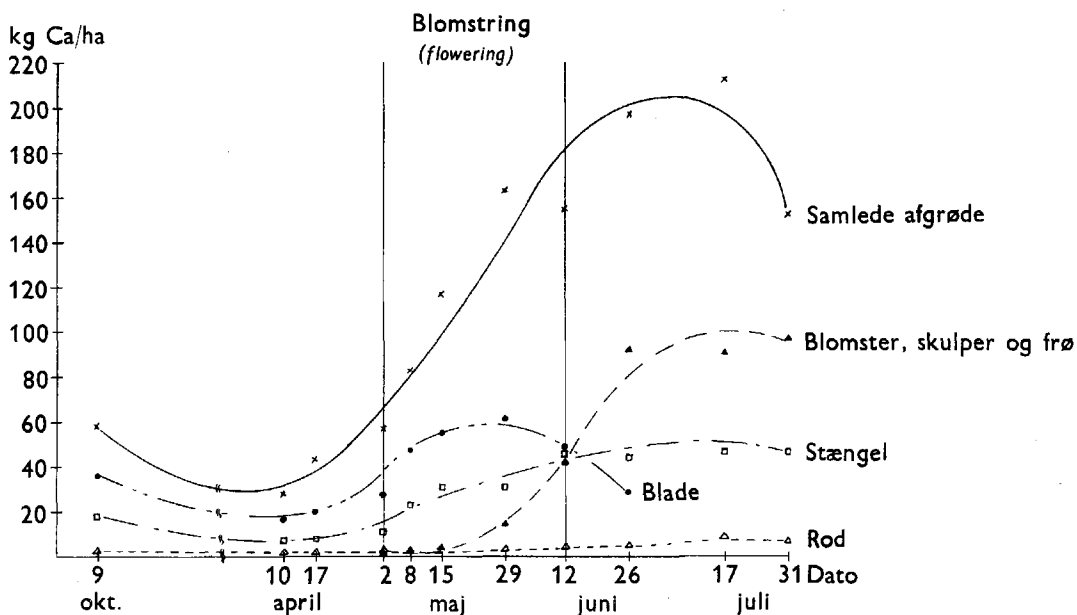


Fig. 9. De absolut optagne mængder calcium (Ca) i hele planten og i de enkelte planteorganer, Forsøg I. (Uptake of calcium (Ca) in the whole plant and the single plant parts. Experiment I).

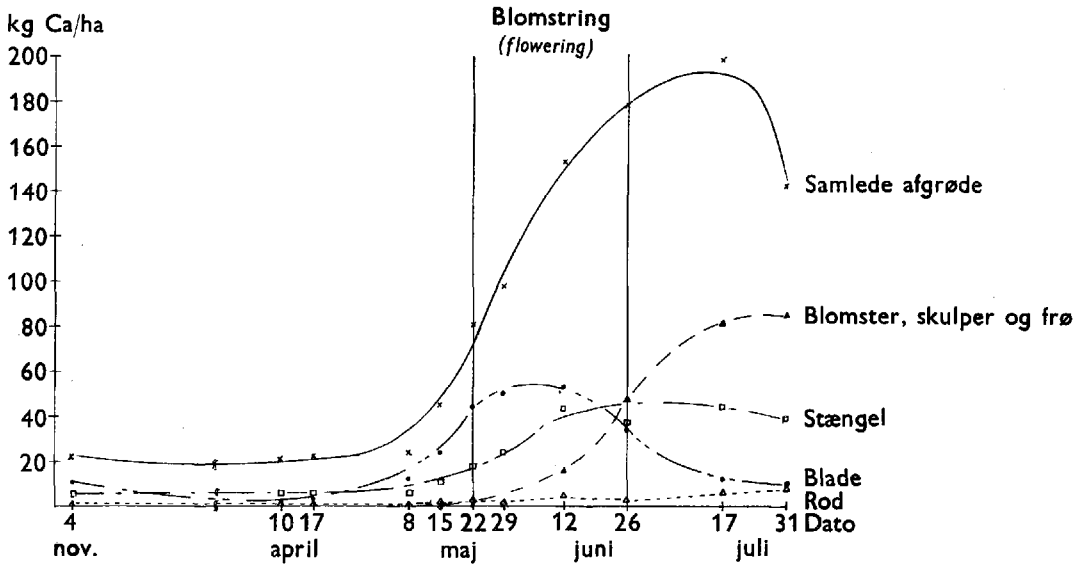


Fig. 10. De absolut optagne mængder calcium (Ca) i hele planten og i de enkelte planteorganer. Forsøg II. (Uptake of calcium (Ca) in the whole plant and the single plant parts. Experiment II.)

i perioden inden blomstringen (heri indbefattet vintertiden), medens denne rest i form af visne og affaldne blade er væsentlig mindre senere på året (7 pct. under blomstringen, 3 pct. mellem afsluttet blomstring og høst). Virkningen af dette bortfald af blade i løbet af vinteren har oversteget den optagelse af næringsstoffer og produktion af tørstof, som vel finder sted vinteren igennem, når temperaturen og andre vejrforhold giver mulighed for optagelse og vækst.

Nedgangen i vintertiden har været særlig stor for kalium (fra 90 til 56 kg K pr. ha), et forhold der måske kan forklares med, at kalium særlig let udvaskes af bladene og/eller at kalium særlig vanskeligt optages ved lave temperaturer.

Den tredje periode i udviklingen er belyst med analyser ved blomstringens begyndelse (2. maj i forsøg I, 22. maj i forsøg II). Her fremgår det af figurerne og af tabel 3, at der fra strækningsvækstens begyndelse til begyndende blomstring er sket en betydelig og stadigt stigende optagelse i den samlede afgrøde af alle næringsstoffer og en dertil svarende stigning i produktionen af tørstof.

Den fjerde periode, blomstringstiden, afgrænset med analysering efter afsluttet blomstring

(12. juni i forsøg I, 26. juni i forsøg II), viser for hele blomstringstiden en stadig og stærk stigning for alle næringsstoffer og for tørstofproduktionen i den samlede afgrøde (den øverste kurve i alle figurer). Ses der derimod på afgrødens enkelte organer, navnlig blade og stængler, i mindre grad roden, sker der under blomstringen den ændring, at medens der hidtil har været en vis parallellitet i det stigende indhold af næringsstoffer og tørstof i disse organer sammenlignet med den samlede afgrøde, så sker der under blomstringen en kulmination, fulgt af et fald for blade og stængler som modsætning til den samlede afgrøde, der stadig viser stigning i indholdet af alle næringsstoffer og tørstof. Dette skyldes, at et nyt organ, blomsterstand med skulper og frø, kommer ind i billedet med en stærk og vedvarende stigning blomstringsperioden igennem. Denne stigning gælder, omend i forskellig grad, alle næringsstoffer, og den medfører en stærk stigende produktion af tørstof i skulper og frø og dermed også i den samlede afgrøde.

I den femte og sidste periode fra afsluttet blomstring til modning og høst aftager optagelsen og indholdet stadig i blade og stængler, for nogle

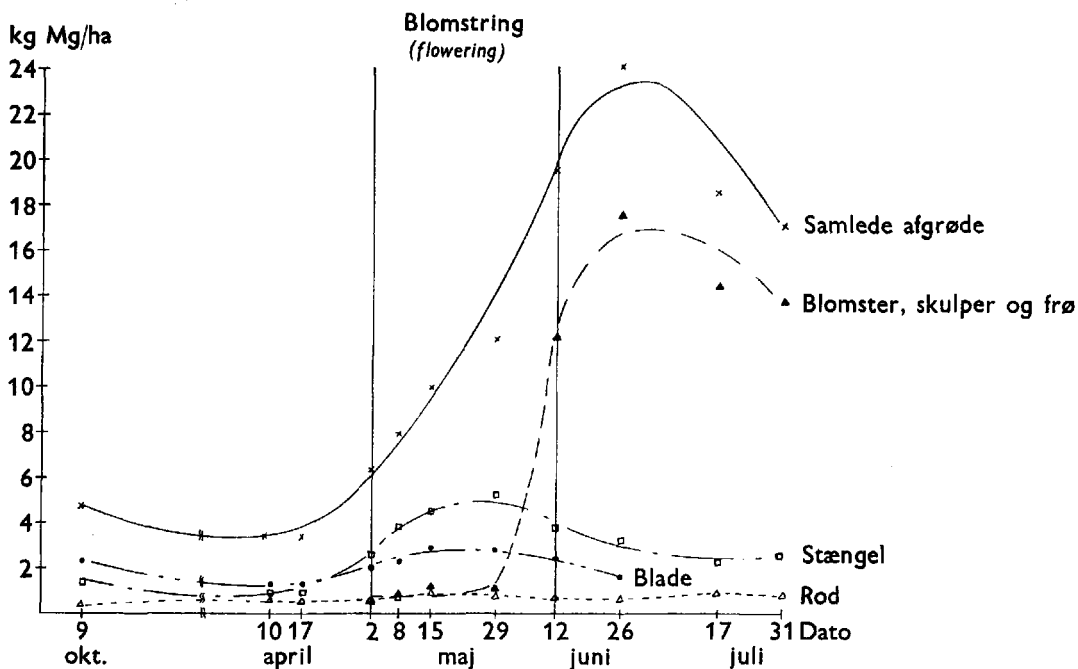


Fig. 11. De absolut optagne mængder magnesium (Mg) i hele planten og i de enkelte planteorganer. Forsøg I.
(Uptake of magnesium (Mg) in the whole plant and the single plant parts. Experiment I).

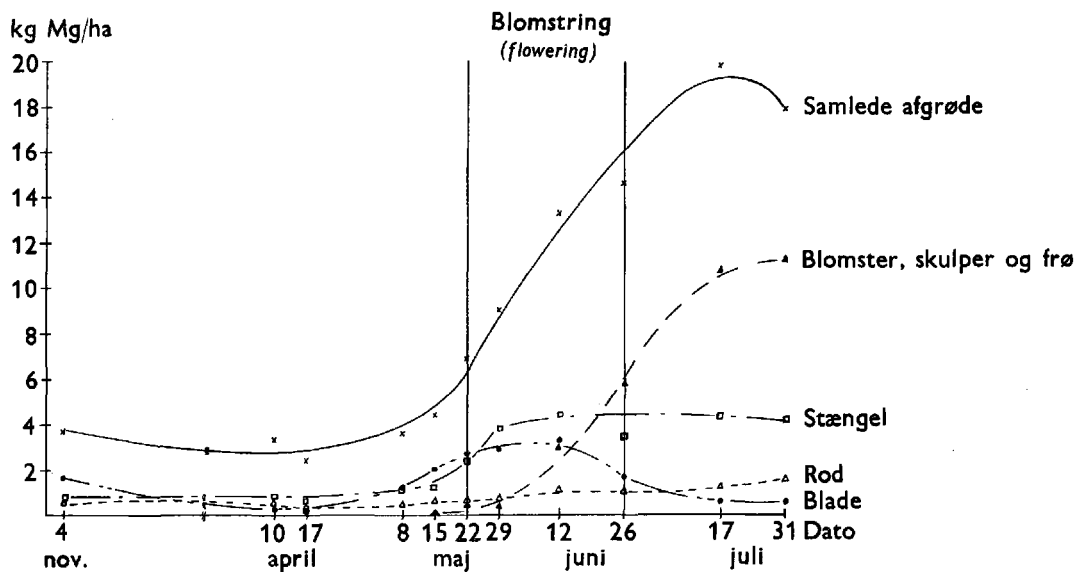


Fig. 12. De absolut optagne mængder magnesium (Mg) i hele planten og i de enkelte planteorganer. Forsøg II.
(Uptake of magnesium (Mg) in the whole plants and the single plant parts. Experiment II).

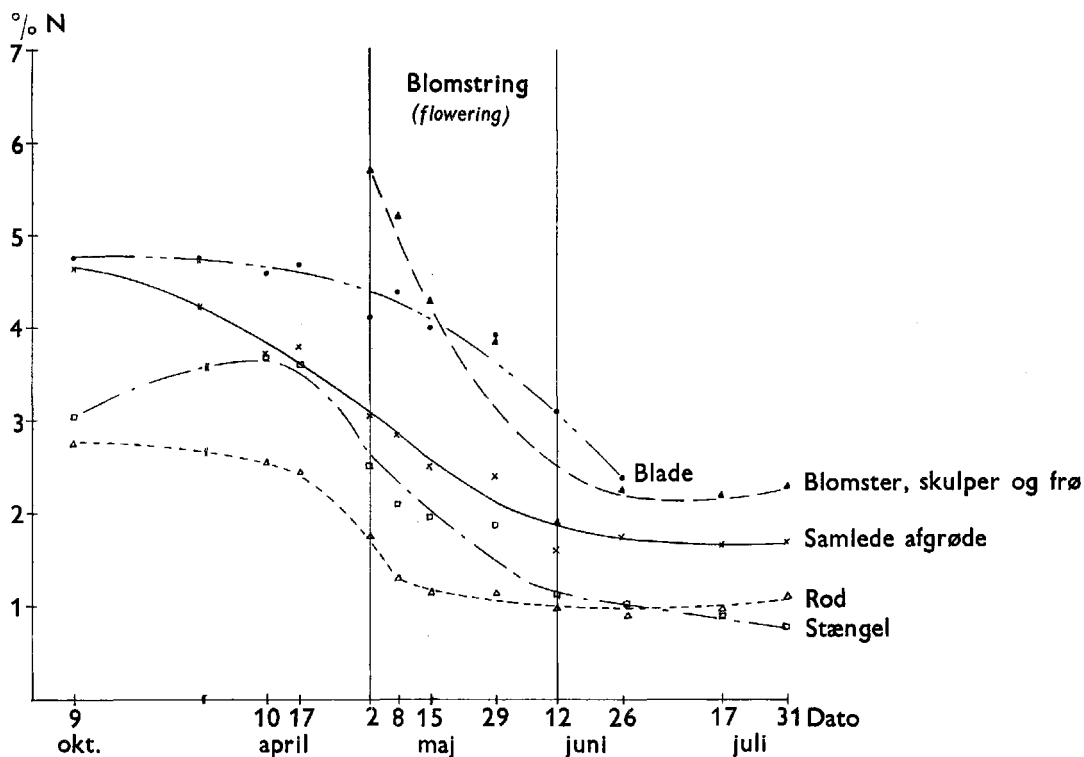


Fig. 13. Hele plantens og de enkelte planteorganers procentiske indhold af kvælstof (N) i tørstoffet. Forsøg I. (The percentage content of nitrogen (N) in the whole plant and the single plant parts. Experiment I).

næringsstoffers vedkommende også i roden, medens der fortsat er stigning for skulper og frø indtil et maksimum, der i forsøg I stort set kulminerer 2-3 uger efter afsluttet blomstring, medens der i forsøg II fortsat er stigning lige til forsøgets afslutning den 31. juli, d.v.s. ca. 6 uger efter afsluttet blomstring.

For den samlede afgrøde (øverste kurve) er der for såvel næringsstoffer som tørstof i begge forsøg tale om kulmination 2-4 uger efter afsluttet blomstring efterfulgt af nedgang, et forhold der i hovedsagen skyldes den omtalte nedgang i optagelse og indhold hos blade og stængler.

b. Den totale optagelse af næringsstoffer og produktion af tørstof i raps

I det foregående er der med udgangspunkt i figurerne 1-12 givet en oversigt over næringsstofoptagelse og tørstofproduktionen, støttet i tabel

3 af visse hovedtræk i dette forløb. Det drejer sig i tabel 3 om gennemsnit af to forsøg.

I tabel 4 er den totale optagelse og produktion anført for hvert af de to forsøg.

Det fremgår af tabel 4, at der m.h.t. næringsstoffer er en ret stor overensstemmelse mellem de to forsøg, idet kun kalium fremviser en væsentlig forskel med 301 og 222 kg pr. ha, en forskel, der ikke kan forklares.

De absolut optagne mængder af næringsstoffer er af vidt forskellig størrelse med kvælstof og kalium som de største, ret nær fulgt af calcium, medens indholdet af fosfor og navnlig magnesium er langt mindre. Men heri afviger rapsen ikke fra en nærbeslægtet afgrøde som kålroe. Til belysning af dette er der i tabel 4 anført det af Olesen, Hedegård og Gosvig (1971) angivne indhold af de pågældende næringsstoffer i en vellykket kålroefgrøde med 125 hkg rodtørstof pr.

ha, d.v.s. en tørstofproduktion af samme størrelse som de 127 hkg, der er gennemsnittet af de to forsøg i raps. Det ses, at der mellem de to afgrøder er en god overensstemmelse for de fleste næringsstoffer, idet kun calcium fremviser en betydelig forskel med henholdsvis 206 og 97 kg Ca pr. ha.

Tabel 4. Det maksimale indhold af næringsstoffer og tørstof i den samlede afgrøde af raps, sammenlignet med en kålroefgrøde

(*Brassica napus* var. *rapifera*)

	For- søg I	For- søg II	Gen- nem- snit	Kål- roe- afgr.
	kg pr. ha			
Kvælstof (N).....	237	246	242	235
Fosfor (P).....	47	35	41	44
Kalium (K).....	301	222	261	279
Calcium (Ca).....	212	199	206	97
Magnesium (Mg).....	24	20	22	15
	hkg pr. ha			
Tørstof i hele afgrøden .	135	119	127	125
» i skulper + frø . . .	73	71	72	
» i frø alene	39	34	37	
Udbytte af frø (9% vand)	43,3	36,9	40,1	

Med hensyn til tørstof er der ligeledes en ret god overensstemmelse mellem de to forsøg i raps med henholdsvis 135 og 119 hkg eller i gennemsnit 127 hkg tørstof pr. ha i den samlede afgrøde.

Udbyttet af frø var i de to forsøg i raps henholdsvis 43,3 og 36,9 hkg eller i gennemsnit 40,1 hkg frø pr. ha. Der er i begge forsøg et særdeles godt frøudbytte, som viser, at forsøgsresultaterne er fremgået af vellykkede rapsafgrøder.

c. Den relative fordeling af næringsstoffer og tørstof i raspens forskellige organer

Den relative fordeling af næringsstoffer og tørstof i de enkelte planteorganer, udtrykt som procent af den samlede afgrøde, vises i tabel 5.

Der er i tabellen foretaget en opdeling i tre vækstperioder, nemlig 1. Inden blomstringen, 2. Under blomstringen og 3. Efter blomstringen, således at forskydninger mellem disse kan følges.

Betragtes først næringsstofferne, ses det, at

Tabel 5. Indhold af næringsstoffer og tørstof i procent af den samlede afgrøde

(Gennemsnit af to forsøg)

Perioder	N	P	K	Ca	Mg	Tør- stof
under væksten	%	%	%	%	%	%
1. Inden blomstringen						
Rod.....	12	14	16	6	16	16
Stængel.....	28	29	35	27	28	29
Blade.....	41	41	34	47	35	35
Blomster, skulper, Frø.....	—	—	—	—	—	—
Rest.....	19	16	15	20	21	20
2. Under blomstringen						
Rod.....	7	6	10	3	9	11
Stængel.....	36	38	51	25	37	45
Blade.....	28	25	21	42	26	20
Blomster, skulper, Frø.....	22	26	12	10	20	17
Rest.....	7	5	6	20	8	7
3. Efter blomstringen						
Rod.....	5	3	8	4	6	8
Stængel.....	18	10	40	25	18	30
Blade.....	2	9	2	6	3	1
Blomster, skulper, Frø.....	72	75	47	51	68	58
Rest.....	3	3	3	14	5	3

perioden inden blomstringen, der omfatter et gennemsnit af alle analyser fra efterår til blomstringens begyndelse, viser størst procentisk indhold i bladene, ret nær fulgt af stængelorganerne. Hertil skal vel føjes, at den betydelige rest (15-20 pct. af den samlede afgrøde) i hovedsagen stammer fra visne og affaldne blade, således at det meste af denne rest rettelig bør godskrives bladene, der hermed tegner sig for en helt dominerende andel i indholdet af næringsstoffer.

I perioden under blomstringen er der for alle næringsstoffer med undtagelse af calcium en forskydning fra blade til stængler, men også her bør det erindres, at den ikke ubetydelige rest fortrinsvis bør godskrives bladene.

I perioden efter blomstringen, der omfatter et gennemsnit af alle analyser fra blomstringens afslutning til høst, er det skulper og frø, der tegner

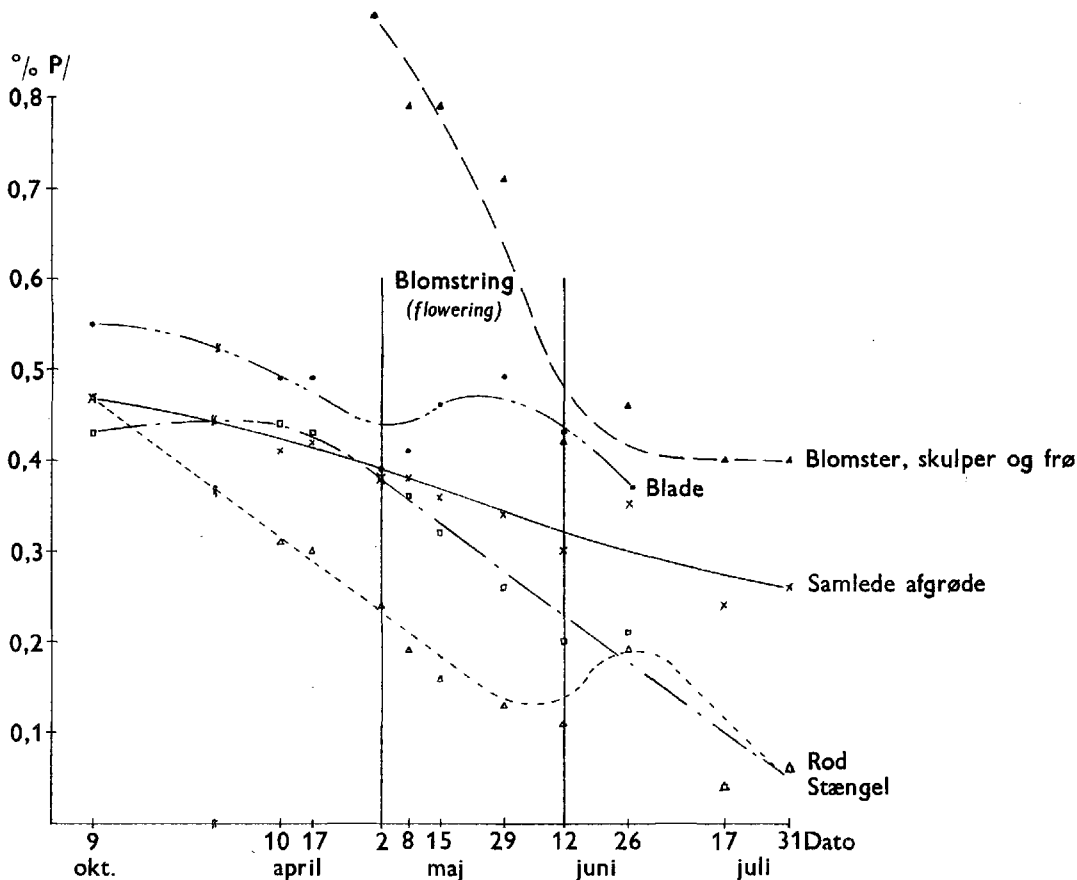


Fig. 14. Hele plantens og de enkelte planteorganers procentiske indhold af fosfor (P) i tørstoffet. Forsøg I.
(The percentage content of phosphorus (P) in the whole plant and the single plant parts. Experiment I).

sig for den største andel af næringsstofferne, mest for N, P og Mg og mindst for K og Ca. De to sidstnævnte stoffer udgør stadig en stor procentdel i stænglerne, især kalium med 40 pct. Bladenes andel i næringsstofindholdet er nu faldet til et minimum og det samme gælder rødderne, der hele tiden har vist faldende tendens.

Betragtes tallene for tørstoffet, viser de i det store og hele procentiske indhold og forskydninger, der svarer til det for næringsstofferne beskrevne.

d. Næringsstofkoncentrationen og dens forløb under væksten

Koncentrationen af de undersøgte næringsstoffer, bestemt som procentdel af tørstoffet, er fra for-

søg I gengivet i figurerne 13-17, medens resultaterne fra forsøg II er opført i tabellerne 7-11.

Betragtes kurverne i figurerne, ses som et generelt træk, at koncentrationen af næringsstofferne i reglen er størst i den unge afgrøde om efteråret, og der sker hele vækstperioden igennem et fald lige til vækstens afslutning og høst. Dette forløb fremtræder tydeligst og mest jævnt for den samlede afgrøde, medens der noteres væsentlige afvigelser, når det drejer sig om rapsens enkelte organer og da i særdeleshed for bladene og for blomster- og frøstadiet. For bladene er det således påfaldende, at koncentrationen af calcium og magnesium (figurerne 16 og 17) stiger voldsomt fra blomstringens begyndelse, uden at der

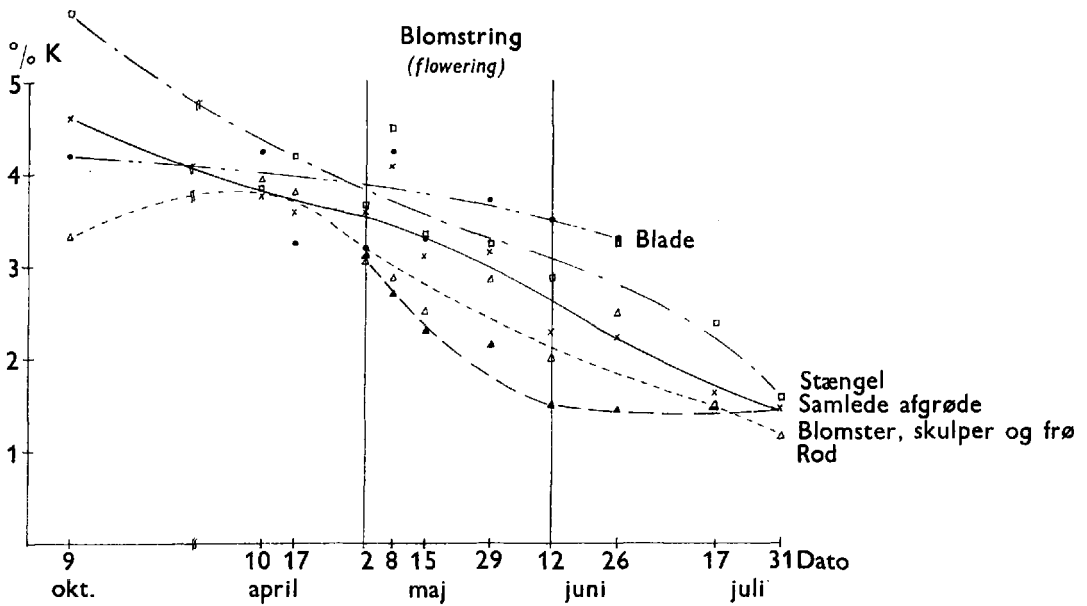


Fig. 15. Hele plantens og de enkelte planteorganers procentiske indhold af kalium (K) i tørstoffet. Forsøg I.
(The percentage content of potassium (K) in the whole plant and the single plant parts. Experiment I).

registreres kulmination, medens det i blomster- og frøstadiet er lige så påfaldende, at kvælstof og fosfor (fig. 13 og 14) starter med en meget høj koncentration ved blomstringens begyndelse med et brat fald, der først løjer af 2-3 uger efter afblomstringen. Det er navnlig disse voldsomme afvigelser, der er med til at give kurverne for den samlede afgrøde en vis uregelmæssighed i forløbet. Uanset dette er tendensen til et stadigt fald i koncentrationen tydelig nok. Faldet er størst for kvælstof og kalium, medens det er væsentligt mindre for fosfor og calcium og mindst for magnesium. Det fremgår mest overskueligt af tabel 6, der belyser udviklingen på fem tidspunkter under væksten, og som samtidig viser

de store forskelle i næringsstoffernes koncentration. Disse forskelle er størst i den unge afgrøde om efteråret, hvor N og K udgør over 4 pct. af tørstoffet, medens Ca udgør knap 2 pct., fosfor 0,5 pct. og Mg kun 0,2 pct. Det drejer sig om gennemsnit af begge forsøg, og det gælder også for indholdet af tørstof, der er opført i tabellen for i korte træk at belyse relationen mellem næringsstoffernes koncentration og tørstofproduktionen.

Diskussion:

Ifølge undersøgelser af Remy (1909, 1925) og Schrimpf (1954) foregår den største del af vinterrensens næringsstofoptagelse om efteråret under

Tabel 6. Næringsstoffernes koncentration (procent af tørstoffet) i den samlede afgrøde, gennemsnit af to forsøg

	N	P	K	Ca	Mg	Tørstof
	%	%	%	%	%	hkg/ha
Efterår	4,01	0,51	4,26	1,86	0,21	21
Tidligt forår	3,93	0,49	3,00	1,78	0,16	18
Beg. blomstring	3,78	0,42	3,71	1,90	0,18	39
Afslut. blomstring	1,98	0,30	2,20	1,53	0,16	110
Ved høst	1,83	0,29	1,56	1,27	0,15	117

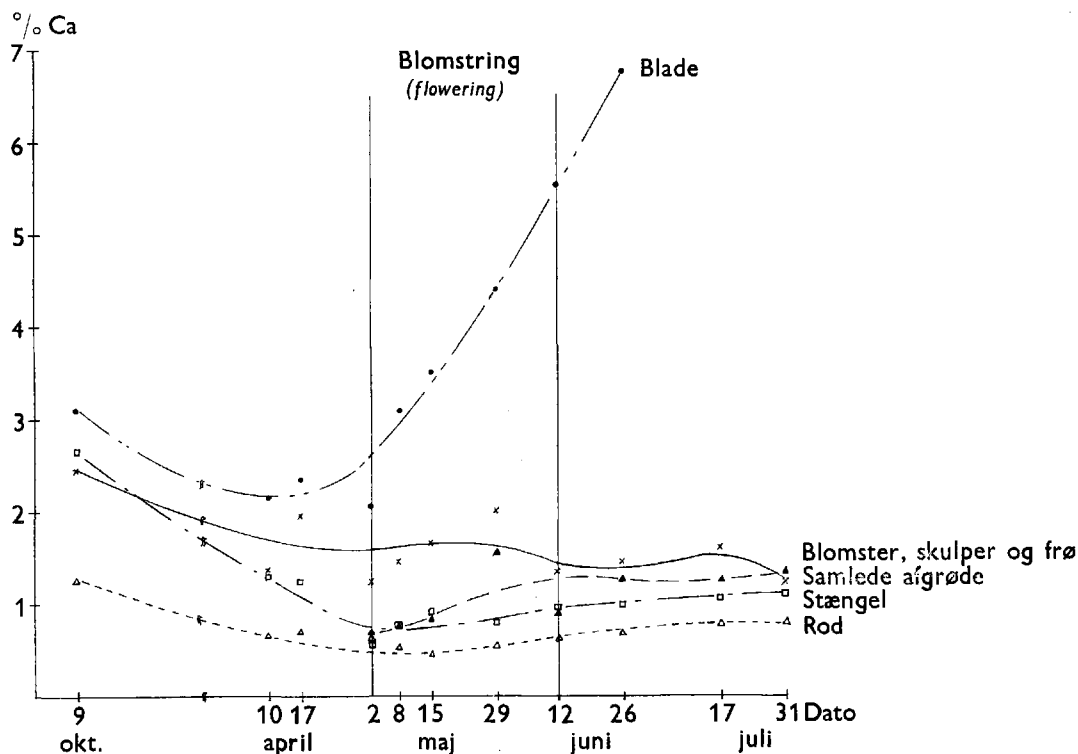


Fig. 16. Hele plantens og de enkelte planteorganers procentiske indhold af calcium (Ca) i tørstoffet. Forsøg I. (The percentage content of calcium (Ca) in the whole plant and the single plant parts. Experiment I).

vækstens første fase og afsluttes ved begyndende blomstring den påfølgende sommer.

Resultaterne af nærværende undersøgelser viser i modsætning hertil, at størstedelen af vinterrapsens optagelse af plantenæringsstoffer, til trods for en betydelig optagelse om efteråret, finder sted senere i vinterrapsens vækstperiode.

De største ændringer i næringsstofoptagelsen i dette forsøg foregik mellem stængelstrækning og blomstringens afslutning, en periode præget af en kraftig stigende optagelse af alle de undersøgte plantenæringsstoffer samt en kraftig stigning i produktion af tørstof. Den største næringsstofoptagelse fandt sted under eller lige efter blomstringen, og på et tidspunkt hvor rapsplanten sandsynligvis havde størst behov for næringsstofferne til dannelse af bl.a. planternes generative organer. Lignende iagttagelser blev gjort af

Radet (1954), Lefèvre og Lefèvre (1957) og Andersson m.fl. (1959).

Uoverensstemmelser med hensyn til tidspunktet for optagelse af den største del af plantenæringsstoffer mellem de i indledningen nævnte forskergrupper skyldes formentlig forskellige såtidspunkter og lokale klimatiske forhold, idet disse to faktorer må anses for de vigtigste blandt mange, der er bestemmende for vinterrapsplantens udviklingstrin inden væksten afsluttes ved vinterens indtræden.

Sammenlignes stofproduktionen om efteråret i forsøg af Remy, Lefèvre og Lefèvre og Andersson m.fl. med nærværende undersøgelser, viser det sig, at stofproduktionen er noget større i Remys forsøg, end det f.eks. er tilfældet for Anderssons og nærværende undersøgelser. Og da næringsstofkoncentrationen i vinterraps i de ældre

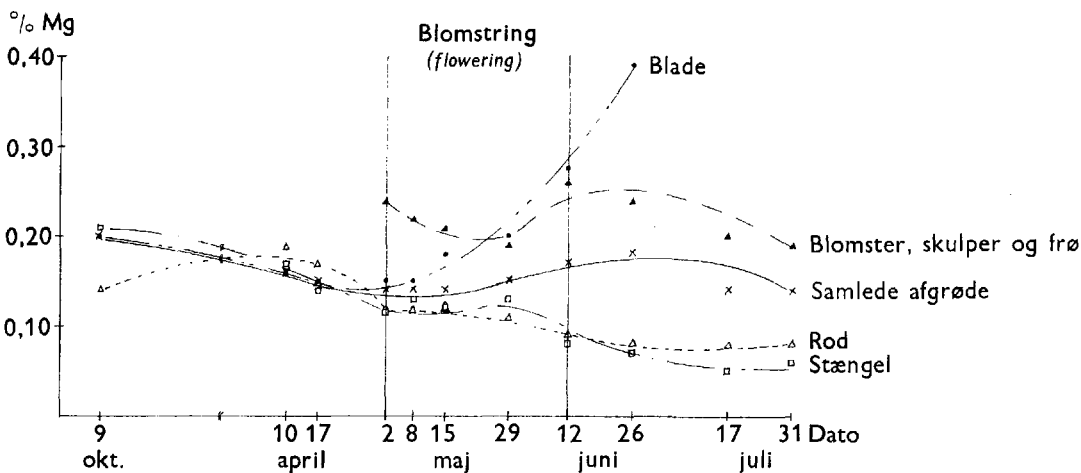


Fig. 17. Hele plantens og de enkelte planteorganers procentiske indhold af magnesium (Mg) i tørstoffet. Forsøg I.
(The percentage content of magnesium (Mg) in the whole plant and the single plant parts. Experiment I).

og nyere forsøg viser en god overensstemmelse, må således også de om efteråret optagne mængder plantenæringsstoffer i Remys forsøg være højere.

Schrimpf (1954) viste i sit forsøg, at en helt eller delvis mangel på næringsstoffer under rapsens første udviklingstrin medfører en nedgang i tørstofudbyttet, og at der derfor bør være tilstrækkelige store mængder næringsstoffer til rådighed om efteråret.

Af figurerne 3 til 12 i teksten fremgår, at næringsstofoptagelsen ikke kun foregår om efteråret, men i høj grad også finder sted om foråret ved rapsplanternes stængelstrækning. Dette underbygges for kvælstoffets vedkommende af gødningsforsøg med kombineret efter- og forårsgødsning af forskellige kvælstofniveauer gennemført af Björklund og Wahlgreen (1955), Horodyski (1962), Lefèvre og Lefèvre (1957), Olsen (1951) og Thøgersen (1969 og 1970), og som viste, at forårstilførsel og en kombineret efterårs- og forårstilførsel af kvælstof udbyttedmæssigt gav de bedste resultater frem for en ensidig tilførsel om efteråret.

Lefèvre og Lefèvre (1957) fik en yderligere udbytteforøgelse ved et supplerende kvælstoftilskud under rapsplanternes blomstring. Denne fremgangsmåde vil dog støde på praktiske problemer ved udbringning.

Forsøg med efterårs- og forårsudbringning af fosfor og kalium til vinterraps her i landet er bl.a. beskrevet af Thøgersen (1970). Forsøgene viste, at tilførsel af fosfor- og kaligødning om foråret gav et lille merudbytte frem for efterårstilførsel.

Er jordens indhold af tilgængelig fosfor og kalium tilstrækkeligt stort til at kunne dække vinterrapsens primære behov om efteråret, kan man derfor med fordel tilføre de nævnte næringsstoffer om foråret, med det omtalte merudbytte som resultat.

Tabel 7. Rod (Root). Relativt indhold af de undersøgte næringsstoffer i tørstof. Forsøg II

(The concentration of the investigated mineral elements in dry matter, experiment II)

Dato (Date)	% N	% P	% K	% Ca	% Mg
4/11-68	2,81	0,50	2,68	0,41	0,21
10/4 -69	3,28	0,57	2,55	0,55	0,19
17/4 -69	3,45	0,52	2,83	0,41	0,16
8/5 -69	3,40	0,37	3,83	0,60	0,22
15/5 -60	3,37	0,27	3,70	0,65	0,18
22/5 -69	3,08	0,27	3,57	0,73	0,17
29/5 -69	2,73	0,30	3,47	0,58	0,18
12/6 -69	1,64	0,31	2,50	0,52	0,12
26/6 -69	1,76	0,18	2,50	0,39	0,12
17/7 -69	1,33	0,15	2,37	0,76	0,15
31/7 -69	1,25	0,11	2,13	0,93	0,18

Tabel 8. Stængel (Stem). Relativt indhold af de undersøgte næringsstoffer i tørstof. Forsøg II
(The concentration of the investigated mineral elements in dry matter. Experiment II)

Date (Date)	% N	% P	% K	% Ca	% Mg
4/11-68	3,41	0,51	5,48	1,55	0,20
10/4 -69	4,22	0,58	3,33	1,47	0,20
17/4 -69	4,61	0,56	3,70	1,70	0,17
8/5 -69	4,47	0,49	4,35	1,28	0,22
15/5 -69	5,40	0,46	4,05	1,73	0,18
22/5 -69	4,45	0,43	4,73	1,59	0,21
29/5 -69	3,90	0,38	3,80	1,34	0,21
12/6 -69	2,22	0,35	2,90	1,19	0,12
26/6 -69	1,76	0,19	2,82	1,04	0,10
17/7 -69	1,48	0,15	2,62	1,32	0,13
31/7 -69	1,24	0,06	2,33	1,39	0,15

Optagelsen af calcium er betydelig, men calciumreserven i jorden er som regel stor, og da calcium ofte tilføres planterne sammen med f.eks. kalksalpeter, kalkammonsalpeter samt ved kalkning, er der sædvanligvis intet behov for særskilt tilførsel af dette.

Heller ikke magnesium synes at have givet anledning til mangelsymptomer i danskavlet raps.

Sammenlignes i dette forsøg de totalt optagne mængder af de undersøgte næringsstoffer med resultater fra tidligere forsøg, viser det sig, at de optagne mængder kvælstof og kalium ligger betydelig højere end de mængder som angivet af f.eks. Brioux (1923) og Remy (1909), medens de ligger på samme niveau som de mængder angivet af Radet (1954), Lefèvre og Lefèvre (1957) og Andersson m.fl. (1959).

Forsøg af Lefèvre og Lefèvre og Radet viste, at en stigende tilførsel af kvælstof i nitratform ikke kun fører til en øget optagelse af kvælstof i rapsplanten, men også til optagelse af kalium. Uoverensstemmelser i de optagne mængder kvælstof og kalium finder muligvis deres forklaring i den kendsgerning, at de tilførte mængder kvælstof i de ældre forsøg lå lavere, end det er tilfældet med de nyere undersøgelser.

De optagne mængder kalium i dette forsøg ligger, uden at det på grundlag af f.eks. jordbundsanalyser er muligt at give en forklaring

herpå, noget højere end de mængder, som er opgivet i Anderssons beretning fra 1959. Lefèvre og Lefèvre (1957) og Radet (1954) fandt i deres gødningsforsøg, ved tilførsel af det højeste af dem afprøvede kvælstofniveau (omkring 200 kg N pr. ha), en kaliumoptagelse i planterne, som svarede til de optagne mængder fundet i nærværende undersøgelser. Med hensyn til de af vinterrapsen optagne mængder fosfor, calcium og magnesium er variationen mellem de forskellige undersøgelser lille. Omregnet svarer de i dette forsøg maksimalt optagne mængder N, P, K, Ca og Mg til følgende mængder kunstgødning: 1500 kg 15,5 pct. kalksalpeter, ca. 1200 kg (0-4-21) P-K gødning og ca. 109 kg magnesiumsulfat. De af rapsen optagne mængder calcium bliver rigeligt kompensert af de med kalksalpeter tilførte mængder.

Bortset fra minimale mængder tabte blade og rødder under prøveudtagningen svarer disse mængder til næringsstofoptagelse af en vellykket vinterrapsafgrøde. Yderligere gødningsforsøg med de i dette forsøg opnåede resultater som grundlag er dog nødvendige for at få oplysninger om rapsens faktiske behov af næringsstoffer.

Ved siden af oplysninger om de absolut optagne mængder næringsstoffer har forsøgsresultaterne også gjort det muligt at følge ændringer af plantenæringsstoffernes indhold i rapsens planteorganer gennem væksten.

Mellem spiring og blomstring var blade og

Tabel 9. Blade (Leaves). Relativt indhold af de undersøgte næringsstoffer i tørstof. Forsøg II
(The concentration of the investigated mineral elements in dry matter. Experiment II)

Dato (Date)	% N	% P	% K	% Ca	% Mg
4/11-68	4,34	0,62	3,80	1,42	0,21
10/4 -69	4,76	0,72	2,27	1,80	0,26
17/4 -69	4,61	0,65	2,65	2,23	0,16
8/5 -69	4,63	0,59	4,03	2,44	0,24
15/5 -69	4,93	0,54	3,70	3,02	0,25
22/5 -69	4,78	0,54	3,85	4,03	0,25
29/5 -69	4,72	0,63	3,17	4,79	0,28
12/6 -69	4,68	0,50	2,70	4,64	0,29
26/6 -69	3,66	0,39	2,65	5,81	0,29
17/7 -69	2,66	0,36	2,03	7,13	0,39
31/7 -69	2,86	0,31	1,84	6,06	0,43

stængler de organer, som havde den største koncentration af alle undersøgte næringsstoffer. Under blomstringen aftager næringsstofindholdet i de to nævnte organer for at gå over i det nye organ, blomster, og senere skulper og frø, som viser et stærkt stigende indhold, ledsaget af en stigning i indholdet for den totale afgrøde.

Der synes således at foregå en translokation af næringsstoffer fra de vegetative planteorganer vinterrapsens generative organer, især ved blomstringstidspunkt.

Koncentrationen af de undersøgte næringsstoffer i vinterrapsen er størst lige efter spiring om efteråret. Herefter viser koncentrationen i de forskellige planteorganer og i den samlede afgrøde en faldende tendens, som fortsætter til planternes modning.

Under blomstring stiger koncentrationen af calcium og magnesium i bladene stærkt og afviger hermed fra det generelle billede.

En mulig forklaring på dette fænomen kan ligge i bladenes fysiologiske ændring gennem væksten.

Ved begyndende vækst er cellerne i de yngre blade cytoplasmafyldte, medens deres midtlameller og cellevægge endnu er tynde. Ved fremskridende vækst falder koncentrationen af protein i cytoplasmaet, hvilket giver sig udslag i et fald i kvælstof- og fosforkoncentrationen, medens koncentrationen af Ca, hvoraf størstedelen indgår i

Tabel 10. Blomster-frugtstand (florescence-siliques + seeds). Relativt indhold af de undersøgte næringsstoffer i tørstof. Forsøg II

(The concentration of the investigated mineral elements in dry matter. Experiment II)

Dato (Date)	% N	% P	% K	% Ca	% Mg
4/11-68	—	—	—	—	—
10/4 -69	—	—	—	—	—
17/4 -69	—	—	—	—	—
8/5 -69	—	—	—	—	—
15/5 -69	8,00	1,04	2,57	0,56	0,25
22/5 -69	7,49	0,97	2,63	0,88	0,25
29/5 -69	7,15	0,85	2,57	0,79	0,27
12/6 -69	3,57	0,49	2,08	0,85	0,16
26/6 -69	2,66	0,39	1,40	1,05	0,13
17/7 -69	2,21	0,27	1,36	1,20	0,16
31/7 -69	2,33	0,38	1,32	1,20	0,16

Tabel 11. Samlede afgrøde (Total plant). Relativt indhold af de undersøgte næringsstoffer i tørstof.

Forsøg II

(The concentration of the investigated mineral elements in dry matter. Experiment II)

Dato (Date)	% N	% P	% K	% Ca	% Mg
4/11-68	3,63	0,54	3,90	1,27	0,21
10/4 -69	3,80	0,56	2,45	1,36	0,22
17/4 -69	4,05	0,55	2,41	1,59	0,17
8/5 -69	4,13	0,49	3,89	1,62	0,23
15/5 -69	4,88	0,46	3,78	2,18	0,21
22/5 -69	4,49	0,46	4,03	2,55	0,22
29/5 -69	4,07	0,43	3,43	2,49	0,23
12/6 -69	2,86	0,40	2,61	1,83	0,16
26/6 -69	2,33	0,30	2,10	1,69	0,14
17/7 -69	1,95	0,28	1,84	1,66	0,17
31/7 -69	1,97	0,31	1,65	1,30	0,16

pektinforbindelser i midtlameller og cellevægge, øges, *Street* (1963) og *Meyer og Andersen* (1952).

Summary

In order to investigate the dry matter production, the absorption of mineral elements and the accumulation, distribution and transport of the investigated mineral elements in winterrape (*Brassica napus* L.), growth analytical studies were carried out at the State Experiment Station, Aarslev, during the period 1967 to 1968 (experiment I) and the period 1968 to 1969 (Experiment II).

Winterrape was grown in the field, and samples were taken eleven times during the growth period starting after germination and until maturity of the crop. At each sampling time the plants from the randomised plots of 1 sq meter each were dug up, separated in roots, stem, leaves, florescence, siliques plus seeds, and analysed for the content of dry matter, nitrogen, phosphorus, potassium, calcium and magnesium.

According to the results of the dry matter production and uptake of the different mineral elements during the growth period, it have been possible to devide the growing season into three more or less sharp separated periods.

1. A period characterized of a considerable uptake of mineral elements, and during which the concentration of the investigated mineral elements was highest. At the end of this period, when growth was supposed to have ceased, the rapeplant had taken up following percentages of the total by the plant

absorbed amounts of mineral elements: (compare table 3), 35% nitrogen, 25% phosphorus, 34% potassium, 20% calcium and 19% magnesium. These results confirm investigations carried out by *Lefèvre* and *Lefèvre* (1957) and *Andersson et al* (1959). However the present results do not seem to be in agreement with those of *Remy* (1909) and *Becker* (1937), who found that nearly all nitrogen and magnesium and 75% of the total amounts of phosphorus, potassium and calcium were absorbed in the mentioned period.

2. After slight losses of dry matter and mineral elements, due to leaf fall and plant decay in the winter period, a period of strongly increased dry matter production and uptake of mineral elements in all plant parts started. This dry matter production and uptake of mineral elements accumulated during flowering. The concentrations of the mineral elements in all plant parts continue their decrease towards plant maturity, but with the exception of calcium and magnesium in the leaves, which concentration strongly increase under flowering.

3. Dry matter production and uptake of mineral elements in the winter rapeplant is closed with a period during which the concentrations of the mineral elements decrease to minimum values but with the mentioned exception of calcium and magnesium in the plant leaves.

During the growth period it have also been possible to study the distribution of mineral elements from the leaves and stem towards the generative plant parts.

Converted to commercial fertilisers, the total amounts of mineral elements taken up by the rape crop correspond to about 1500 kg nitrate of lime, about 1200 kg (0-4-21) P-K fertiliser, and about 109 kg magnesiumsulfate. The amounts of calcium taken up by the plant are sufficiently compensated by the amounts applied with the nitrate of lime.

The quantities mentioned correspond to those taken up by a successful rape crop, but give no information about the actual need of the rapeplant. To get an answer on this question further investigations should be carried out based on the results obtained in these experiments.

Text of tables:

Tables 1-6

Table 1. The climatical conditions during the two experimental periods.

Table 2. The crops stages of development.

Table 3. Summary of the main features of the uptake of nutrient elements and production of dry matter in winterrape (*Brassica napus* var *oleifera.*), average of two experiments.

Table 4. The maximum content of nutrient elements and dry matter in the total winterrape crop compared with that of Swedes (*Brassica napus* var. *rapifera*).

Table 5. Content of nutrient elements and dry matter relative to the total crop, (average of two experiments).

Table 6. Concentration of nutrient elements (percent of dry matter) in the total crop (average of two experiments).

General terms and definitions:

Temperatur	=	Temperature
Nedbør	=	Rainfall
Frostdage	=	Frostdays
Forsøgsperiode	=	Experiment periode
Sådato	=	Sowing date
Efterår	=	Autumn
Tidligt forår	=	Early spring
Begyndende blomstring	=	Beginning of flowering
Afblomstring	=	End of flowering period
Afsluttet blomstring	=	» » »
Af den samlede afgrøde	=	Of the total crop
Hele afgrøden	=	The total crop
Frø alene	=	Seeds alone
Udbytte af frø	=	Seed yield
Rest	=	Rest (yellow leaves, wilted leaves)
Ved høst	=	At harvest
Samlede afgrøde	=	Total crop
Maksimum ved høst	=	Maksimum at harvest
Periode under væksten	=	Period during growth
Inden blomstring	=	Before flowering
Under blomstring	=	Flowering period
Efter blomstring	=	After flowering
Rod	=	Root
Stængel	=	Stem
Blade	=	Leaves
Blomster, skulper og frø	=	Flowers, pods and seeds
Fremspiringsdato	=	Sprouting date
Planteantal	=	Number of plants
Modning	=	Ripening
Tørstof	=	Dry matter

Ved affattelse af nærværende beretning har særlig afdelingsbestyrer Chr. Stapel ydet værdifuld hjælp, for hvilken jeg hermed takker.

Litteratur:

- Andersson, G., Olered, R. og Olsson, G.* (1959). Zur Nährstoffaufnahme des Winterraps. Zeitschrift für Acker- und Pflanzenbau, Band 107: 171-179.
- Becker, A.* (1937). Anbau und Nährstoffbedarf von Raps und Rübsen. Ernährung der Pflanzen 33: 97-103.
- Björklund, C. M. och Wahlgren, A.* (1955). Erfarenheter och resultat från försök med oljeväxter. Meddelande från S.O.C.'s försökskommitté.
- Brioux, M. Ch.* (1923). Marche de l'absorption des principes fertilisants chez le Colza. Ses besoin en engrais et sa fumure rationnelle. Annales de la Science agronomique, français et étrangère, 6e serie: 1-22.
- Horodyski, A.* (1962). Nitrogen intake in winterrape (*Brassica napus* L.) in dependence on the rate and timing of dressing with nitrate fertilizers. Pamietnik Pulawski-Prace Iung Zeszyt 8: 83-143.
- Lefèvre, G. et Lefèvre, P.* (1957). Observations sur l'absorption des éléments nutritifs par le Colza d'hiver, Annales I.N.R.A. ser. A. Annales Agron. 8: 125-144.
- Louise, M. E. og Picard, M. E.* (1891). Sur la culture de Colza. Annales Agron. (Deherain), Tome XVII: 210-223.
- Meyer, B. S. and Andersson, D. B.* (1952). Plant Physiology. D. van Nonstrand Compagny Inc New York: 480.
- Olsen, H. K.* (1951). Beretning om Planteavlssarbejdet Landboforeningerne i Fyns Stift. Forsøg med kunstgødning 1b, side 53.
- Olesen, J., Hedegård, J. og Gosvig, V.* (1971). Indhold af protein og mineralstoffer i landbrugsafgrøder. Beretn. om Fællesforsøg 1970: 3-104.
- Pierre, J.* (1860). Étude sur les Colza, considéré dans ses différentes parties a diverses époques de son développement. Ann. de Chemie et de Physique Tome LX: 129-197.
- Radet, E.* (1954). La fumure du Colza. Potasse 28: 129-131.
- Remy, Th.* (1909). Beiträge zur Kultur des Rapses. Fühlings Landwirtschaftliche Zeitung 58: 81-92.
- Remy, Th.* (1925-1926). Verlauf der Nahrungsaufnahme und das Düngerbedürfnis der Kulturgewächse. Pflanzenbau II.
- Schrumpf, D.* (1954). Untersuchungen über den Blüten- und Schotenansatz bei Raps, Rübsen und Senf. Zeitschrift für Pflanzen- und Ackerbau 97: 305-336.
- Street, H. E.* (1963). Plant Metabolism. Pergamon Press, London: 13.
- Thøgersen, O.* (1969). Beretning om Landboforeningernes Virksomhed for Planteavl på Sjælland 71. årgang. Nordsjæll. Landbofor. forsøg 29, side 57.
- Thøgersen, O.* (1970). Beretning om Landboforeningernes Virksomhed for Planteavl på Sjælland, 72. årgang. Nordsjæll. Landbofor. forsøg 29 og 30: side 39-40.
- Thøgersen, O.* (1970). Beretning om Landboforeningernes Virksomhed for Planteavl på Sjælland, 72. årgang, Ringstedegnens Landbofor. forsøg 34: 126.
- Wacker, J.* (1934). Die Ölfrüchte. Landwirtschaftliche Hefte 32-33, Paul Parey, Berlin.

Manuskriptet modtaget d. 28. marts 1972.